

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-54427

(43)公開日 平成11年(1999)2月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 01 L 21/027  
G 03 F 7/30

識別記号  
502

F I  
H 01 L 21/30 5 6 9 C  
G 03 F 7/30 5 0 2  
H 01 L 21/30 5 6 9 F  
5 6 9 E

審査請求 未請求 請求項の数 3 FD (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-222069

(22)出願日 平成9年(1997)8月5日

(71)出願人 000128049  
日鉄セミコンダクター株式会社  
千葉県館山市山本1580番地

(72)発明者 滝 益志  
千葉県館山市山本1580番地 日鉄セミコン  
ダクター株式会社内

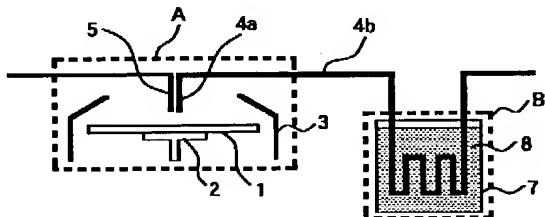
(74)代理人 弁理士 田北 崑晴

(54)【発明の名称】 フォトリソグラフィー工程における現像処理方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 半導体ウエハのフォトリソグラフィ工程の現像処理中、ウエハの濡れ性向上、微小気泡抑制及び染み状の残渣物発生の抑制を図る方法を提供する。

【解決手段】 レジスト塗布と露光処理されたウエハ基板1を現像カップ3内に設置された回転自在のウエハチャック2上に真空吸着で保持した後、ウエハを低速回転させつつウエハチャックより上方向に設置された現像液吐出ノズル4aより吐出して、ウエハ基板1上に現像液8の液盛り(バドル形成)を行う。その際ウエハを保持しているチャック2またはカップ全体に低周波振動を加えて、ウエハに低周波の微振動を与える。次にチャック上のウエハを静止状態、または低速回転状態で所望時間の現像中も同様に低周波微振動を加えつつ現像する。現像後了後のリーン洗浄でも微振動処理しつつ吐出ノズル5よりリーン洗浄し、終了と同時に高速回転で振切り処理して、ウエハ表面の残存水分を遠心力で除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体装置のフォトリソグラフィー工程におけるTMAHを主成分とするアルカリ水溶液を用いて現像処理を施す工程にて、回転自在のウエハチャック上に真空吸着にて半導体基板を保持した後、該半導体基板より上方向に位置する現像ノズルより現像液吐出を行い、半導体基板上に現像液を形成する事で所望時間の現像処理を行った後に純水吐出にてリンス洗浄を行う工程に於いて、

現像液供給タンク、該現像液供給タンクから現像液吐出ノズルに至る配管の何れか、もしくは双方の任意箇所から低周波振動、もしくはメガソニック処理を施し、且つウエハ基板上に現像液から成るバドリング形成、ならびに純水吐出によるリンス洗浄の際に低周波振動、もしくはメガソニック処理を施して現像処理が行われる事を特徴とするフォトリソグラフィー工程における現像処理方法。

【請求項2】半導体装置のフォトリソグラフィー工程におけるTMAHを主成分とするアルカリ水溶液を用いて現像処理を施す工程にて、現像液の満たされた現像カップ層内に单一、もしくは複数枚からなるウエハを浸漬して所望時間の現像処理を行った後、該現像カップ層内の現像液を排出すると共に純水供給を行う事でリンス洗浄を行うか、もしくは現像液カップ層から純水の満たされた純水層に移動の後にリンス洗浄を行うかの何れかの方法により現像、リンス処理を行い、前記処理終了後に乾燥処理を行う工程に於いて、

現像液供給タンク、該現像液供給タンクから現像液吐出ノズルに至る配管の何れか、もしくは双方の任意箇所から低周波振動、もしくはメガソニック処理を施し、且つウエハ基板の浸漬される現像カップ層、ならびに純水層に低周波振動、もしくはメガソニック処理を施して現像、リンス処理が行われる事を特徴とするフォトリソグラフィー工程における現像処理方法。

【請求項3】請求項1又は2記載のフォトリソグラフィー工程における現像処理方法に於いて施される低周波振動、もしくはメガソニック処理は、少なくともバドリング形成完了、もしくは現像液カップ層にウエハが浸漬終了するまでと、現像完了から純水吐出による置換完了、もしくは純水層に浸漬される事での置換完了までの双方を含み、残る工程に於いては常時、もしくは間欠的に施される事を特徴とするフォトリソグラフィー工程における現像処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体素子の製造方法に係わり、特にフォトリソグラフィー工程中の現像処理プロセスに於ける製造方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】従来技術によるフォトフォトリソグラフ

ィー工程の中に於ける現像処理方法としては、図3に示される如く回転自在のウエハチャック102上に露光処理の完了した現像処理すべきウエハ基板101を真空吸着にて保持した後、ウエハ基板101より上方に設置された現像液吐出ノズル104aよりウエハ基板101上に現像液108を吐出する事により液盛り（以降、バドル形成と称する）を行った後、任意所定時間のみ現像処理を施した後、続いて純水ノズル105より純水吐出を行う事で洗浄を行い、かかる後に高速回転を行う事でウエハ基板101上から水分除去を行う処理方法が採られていた。

【0003】なお、図3において、103はウエハ基板101の現像処理を行う現像カップ、107は現像液108を貯蔵する現像液タンク、104bは現像液タンク107から現像液吐出ノズル104aへの現像液配管である。

【0004】該工程中に於ける現像条件としては、一般的に多用されているポジ型レジスト（露光感光した領域のレジストが溶解し、未感光領域が残存してレジストパターン形成が成されるレジスト）を例に採れば、通常はTMAH（テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド）濃度=2.38%前後からなる現像液（一例として東京応化製NMD-3（商品名）などが代表例である）が用いられている。

【0005】又、ウエハ表面上に塗布されたレジスト表面が疎水性である事から濡れ性を向上する事を目的とし、特にコンタクト孔開口パターン工程の様な微少面積開口では界面活性剤入り現像液（一例として東京応化NMD-W（商品名）などが代表例である）が用いられる方法も採られていた。

【0006】何れかの現像液を用いた場合に於いても、生産ライン上に於いては必ず始めに基板表面上に表面張力を用いてバドル形成を行うバドリング法が主流で用いられている。

【0007】上記バドリングにてウエハ上に現像液が形成された後は、所定現像時間は静止状態、もしくは20 rpm程度の極低速回転を行い、所定現像時間経過後に純水吐出によるバドリング現像液との置換、洗浄を行う方法が採られていた。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】界面活性剤を有していないTMAH主成分であるNMD-3等の現像液を用いた場合、コンタクトパターン等の様な開口面積の極めて微少な工程に於いてはレジスト表面上の濡れ性（親水性）低下、ならびに現像液吐出ノズルから吐出される際に巻き込まれるエアー、現像液中に混在するエアーが現像液吐出と共にウエハ基板上に吐出、存在する事によりウエハ基板上にマイクロバブルとして形成される為に現像液に浸漬されない領域が発生する事による未現像、ないしは現像不十分といったパターン欠陥を生じせしめる

問題を抱えていた。

【0009】依って、該問題を解決する事を目的としてレジスト表面と現像液との密着性を向上させる事で該課題解決を図る為に界面活性剤入り現像液を用いる方法が採られる方法も提起されている。

【0010】しかし、該方法の場合の第1の課題としては、シリコン基板上に塗布されたレジスト上での濡れ性は向上するものの、新たに従来の界面活性剤の含まれない現像液の場合に発生していた気泡よりも極小化されるものの、依然として微少な気泡（以降マイクロバブルと称する）が発生し易くなる事が露見して來た。本マイクロバブルは、現像液中は勿論の事ウエハ表面に吸着した場合には局所的に現像を延滞させるか、もしくは未現像箇所を引き起こす事によりパターン欠陥が発生する。

【0011】第2の課題としては、該方法は現像液吐出ノズルからウエハ上に吐出される際に巻き込まれて発生する気泡抑制に対しては何等効果は無く、且つウエハ上に浮遊した気泡の消滅化に関しても何等解決を図るものでは無く依然として気泡による問題を抱えている。

【0012】第3の課題としては、該方法に於いてはパドリング現像後から純水に移行、置換する工程に於いて現像液中に溶解した不溶解物がウエハ基板上に染み状の残渣物（以下、スカムと称する）を形成する事が新たな問題点として露見して來た。

【0013】依って、本発明は前記問題点に鑑み、濡れ性向上、マイクロバブル抑制、ならびにスカム発生の抑制を図る方法を提供するものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、半導体装置のフォトリソグラフィー工程におけるTMAHを主成分とするアルカリ水溶液を用いて現像処理を施す工程にて、所望時間の現像処理を行った後に純水吐出にてリーン洗浄を行う工程に於いて、現像液供給タンク、該現像液供給タンクから現像液吐出ノズルに至る配管の何れか、もしくは双方の任意箇所から低周波振動、もしくはメガソニック処理を施し、且つウエハ基板上に現像液から成るパドリング形成、ならびに純水吐出によるリーン洗浄の際、ないしはウエハ基板の浸漬される現像カップ層、ならびに純水層に対して少なくともパドリング形成完了、もしくは現像液カップ層にウエハが浸漬終了するまでと、現像完了から純水吐出による置換完了、もしくは純水層に浸漬される事での置換完了までの双方を含み、残る工程に於いては常時、もしくは間欠的に低周波振動、もしくはメガソニック処理を施して現像、リーン処理が行われる事を特徴とする。

【0015】

【作用】一般的な現像液吐出方法としては、タンク内に充填された現像液を窒素（N<sub>2</sub>ガス）加圧する事で現像液吐出ノズルに圧送を行い、ウエハ基板上に吐出する事

でパドリング形成を行う。この際、現像液の充填されたタンクから吐出ノズルに至る配管系には多くの配管接続部を有しており、少なからず空気の巻き込みが生ずる。

【0016】又、現像液吐出完了後のサックバック処理にても少なからず吐出ノズル先端部から現像液中に空気の巻き込みが生じる。

【0017】更には、吐出ノズルから現像液が吐出されてウエハ基板に至る過程においては多くの空気を巻き込む事となり前記各所の対策を行うには制限、ならびに不可能な点が多くあり少なからずウエハ上には現像液中に取り込まれた微少なるマイクロバブルは避けて通れない問題である。

【0018】しかし、現像液に用いられる現像液成分はTMAH=2.38%が含有されてはいるものの大半は純水が支配的であり、該マイクロバブルが存在する現像液は超音波処理を加える事により容易に移動、分解する事が可能である。

【0019】これは、メガヘルツ以上の周波数からなる超音波を加える事で分子間移動が活発となり、該移動により現像液中、ないしは現像液とウエハ基板表面との界面に存在しているマイクロバブルは現像液中移動しつつ現像液最上面層（現像液表面と大気との界面）に移動した際に消滅する故にパドリング終了後のマイクロバブルを消滅、減少させる効果を生む為である。

【0020】一方、パドリング完了後の現像液と純水との置換工程に於いて発生すると考えられているスカムに於いては以下の様な事が考えられる。

【0021】ボジ型レジストに於ける現像を例に採れば、レジスト中のノボラック樹脂が感光剤であるキノンジアジド化合物によって溶解禁止効果（インヒビション）を受けている。

【0022】しかし、露光により光エネルギーを受けるとキノンジアジド化合物は光分解が行われ溶解禁止効果を失うと共に一転して溶解促進剤として機能する。

【0023】以上のメカニズムにて露光、未露光部でのアルカリ溶解速度差（ディスクリミネーション）を生ずる事で現像が行われ、パターン形成が成される。

【0024】しかし、上記した溶解禁止効果（インヒビション）に於いては、感光物のキノンジアジド基とノボラックのフェノール性水酸基が強い水素結合を介してコンプレックス状の不溶化物を形成する説、感光物とスルフォニル基とノボラックのフェノール性水酸基が強い水素結合を作つてアルカリ水溶液に不溶化部を形成する説、ナフトキノンジアジドは疎水性が高いが為に単に混在しているだけで全体を疎水化する為にアルカリ水溶液への溶解度を低下させる為に不溶化部が残存する説、ノボラック樹脂中の特定活性位置にキノンジアジドがアゾカッピングして架橋反応を起こして不溶化物を形成する説等の諸説あり未だに解明されていないが、何れにしても未露光のレジスト膜がアルカリ水溶液に接触する

だけで表面の不溶化を起こす事は共通しており、現像中にこれら不溶化反応が溶解と拮抗して起る事によりパターン形成が成される事で寸法制御やパターン形成が行われているが、一方でスカム発生を引き起こしている。

【0025】上記した様に現像メカニズム自体が十二分に解明されていない為にスカムに関する対処方法、ならびにメカニズムに関して十二分に解明されていないのが実情である。

【0026】しかしながら、実際には各レジストメーカーに於いては各種実験から得られた経験則を基に処方を行っているのが実状である。

【0027】依って、本発明に於ける作用、メカニズムに関して十二分なる解明はなされていないが、実験結果よりメガソニック等による超音波処理を施す事により半導体基板上に生成された不溶化物が超音波処理により純水との置換が促進される事、パドリング現像完了から純水吐出の工程で生じる前記同様なマイクロバブルの消滅効果等により除去されるものと推定される。

【0028】

【発明の実施の形態】図1は本発明による第1の実施の形態を示すものであり、本発明は一般的に用いられている様式の現像装置に適用する場合を示すものである。

【0029】図1中の符号Aはウエハ基板1に低周波振動による微振動を加える構成領域を示し、符号Bは現像液吐出ノズル4aに至る現像液タンク7からの巻き込み、マイクロバブルの消滅を目的としたメガソニック処理による構成部を示す。

【0030】尚、図1では、符号Bのメガソニック処理構成部は一例として現像液タンク7に施した場合を示すが、該構成は現像液タンク7から現像液配管4bを介して現像液吐出ノズル4aに至る任意の箇所に設定を行っても良い。

【0031】第1の本発明構成図の基でのパドリングから現像処理完了に至る工程に関して以下に記述する。

【0032】先ず始めに、フォトリソグラフィー技術によりレジストコート、露光処理の施されたウエハ基板1を現像カップ3内に設置された回転自在のウエハチャック2上に真空吸着にて保持を行った後、ウエハ基板2を低速回転にて回転させつつウエハチャック2より上方向に設置された現像液吐出ノズル4aより吐出する事でウエハ基板1上に現像液8の液盛り形成（パドリング形成）を行う。

【0033】この際、ウエハ保持の行われているウエハチャック2、ないしはカップ内全体に低周波振動を加える事でウエハ基板1に間接的、ないしは直接的に低周波振動による微振動を加える。

【0034】次にウエハチャック2上のウエハ基板1を静止状態、もしくは極低速回転させるかの何れかの方法により所望時間の現像中に於いても前記同様に低周波振動による微振動処理を施しつつ現像処理を行う。

10

20

30

40

50

【0035】次に、所定時間からなる現像完了後の純水吐出ノズルによるリーン洗浄に於いても前記同様に低周波振動による微振動処理を施しつつリーン洗浄処理を行い、リーン洗浄完了と同時に低周波振動による微振動処理を終了させ、引続いて数千回転以上の回転処理による振切り処理を施す事によりウエハ表面上からの残存水分除去を遠心力を用いる事で行う。

【0036】図2では、單一ウエハ、もしくは複数枚のウエハを現像液の満たされた現像カップ13に浸漬させて現像を行う方法での本発明の第2の実施の形態を示すものである。

【0037】先ず始めに、図1での第1の実施の形態同様にフォトリソグラフィー技術によりレジストコート、露光処理の施されたウエハ基板11を空の現像カップ13、もしくは現像液の満たされた現像カップに浸漬を行う。この際、現像カップ13には事前にメガソニック処理、ないしは低周波振動の何れかを施した状態にしておく。

【0038】次に、該メガソニック処理、ないしは低周波振動の何れかの施された現像カップ13内にて所定の現像処理を施した後、該現像カップ内から現像液排出と共に純水を流入させて置換させるか、純水の満たされた純水カップ内にて洗浄を行う事でリーン洗浄を行う。

【0039】尚、該純水洗浄の際にも前記同様にメガソニック処理、ないしは低周波振動の何れかの処理を施しつつ処理を行う。

【0040】次に、リーン洗浄完了後にウエハ基板を数千回転以上の回転処理による振切り処理を行うか、もしくはIPAにて置換を行う事でウエハ表面上からの水分除去を行う。なお、図2において、14aは現像タンク17中の現像液18を現像液配管14bから吐出する現像液吐出ノズルであり、15は純水吐出ノズルである。

【0041】上記、第1、第2の何れかの方法を採る事によりパドリング形成時、ならびにパドリング中のマイクロバブル抑制を図る事が可能となり、局所的現像不良を抑制可能となる。

【0042】又、パドリング後から純水洗浄に至るリーン工程に於いても前記同様にマイクロバブル抑制効果を得る事による現像後の残存溶解物のリーン効果促進を図る効果を得る事によるスカム抑制を図る効果を併せもたらせる事が可能となる。

【0043】

【発明の効果】本願の各請求項記載の発明に依れば、現像処理工程に於ける現像液パドリング形成時、パドリング現像処理中、ならびに純水吐出時のリーン処理時のマイクロバブル抑制効果を得る事により現像不良抑制、スカム発生抑制効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1の実施の形態を説明する構造図である。

7

【図2】本発明による第2の実施の形態を説明する構造図である。

【図3】従来方法を説明する構造図である。

【符号の説明】

1, 11, 101 ウエハ基板

2, 102 ウエハチャック

3, 13, 103 現像カップ

8

4a, 14a, 104a 現像液吐出ノズル

4b, 14b, 104b 現像液配管

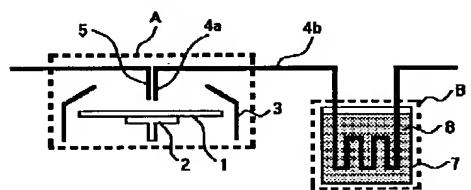
5, 15, 105 純水吐出ノズル、配管

A, B 低周波振動機構、もしくはメガソニック

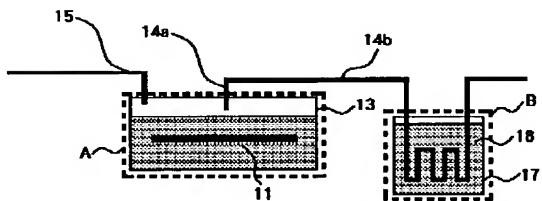
7, 17, 107 現像液タンク

8, 18, 108 現像液

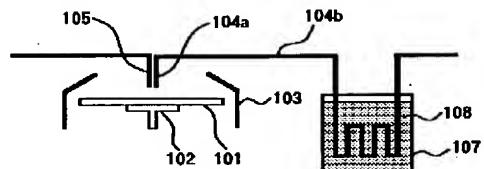
【図1】



【図2】



【図3】



DERWENT- 1999-220640

ACC-NO:

DERWENT- 199919

WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

**TITLE:** Pattern development method for semiconductor manufacture -  
involves transmitting low frequency vibration through chuck  
to substrate, to rinse substrate using water, after image  
development

**PATENT-ASSIGNEE:** NMB SEMICONDUCTOR KK[NIRT]

**PRIORITY-DATA:** 1997JP-0222069 (August 5, 1997)

**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 11054427 A	February 26, 1999	N/A	005	H01L 021/027

**APPLICATION-DATA:**

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 11054427A	N/A	1997JP-0222069	August 5, 1997

**INT-CL (IPC):** G03F007/30, H01L021/027

**ABSTRACTED-PUB-NO:** JP 11054427A

**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - A developer (8) is injected from a tank (7), through a discharge nozzle (4a), to a substrate (1). A low- frequency vibration is transmitted to the substrate through a supporting chuck (2). Pure water is discharged through a nozzle (5) to the substrate, to perform rinsing, after pattern development.

DETAILED DESCRIPTION - The substrate is vibrated during rinsing. The substrate is rotatably supported on the chuck, inside an image development cup (3). The vibration and high speed rotation are simultaneously transmitted to the substrate, to remove moisture due to centrifugal force.

USE - For manufacturing semiconductor device.

ADVANTAGE - The formation of bubbles and scum is prevented since the substrate is rinsed and cleaned after pattern development process.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows sectional view of image development processing unit. (1) Substrate; (2) Chuck; (3) Image development cup; (4a) Developer discharge nozzle; (5) Pure water discharge nozzle; (7) Developer tank; (8) Developer.

CHOSEN- Dwg.1/3

DRAWING:

TITLE- PATTERN DEVELOP METHOD SEMICONDUCTOR MANUFACTURE TRANSMIT  
TERMS: LOW FREQUENCY VIBRATION THROUGH CHUCK SUBSTRATE RINSE  
SUBSTRATE WATER AFTER IMAGE DEVELOP

DERWENT-CLASS: G06 L03 P84 U11

CPI-CODES: G06-D06; G06-G; L04-C06A;

EPI-CODES: U11-C04A1C; U11-C04E1;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1999-064727

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-163477